

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

1198-81 US
jc511 U.S. PTO
09/315988
05/21/99


別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 1998年 5月29日

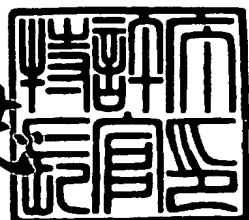
出願番号
Application Number: 平成10年特許願第149045号

出願人
Applicant(s): 株式会社日立製作所

1999年 4月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

佐山 建志



出証番号 出証特平11-3021972

【書類名】 特許願
 【整理番号】 A800081
 【提出日】 平成10年 5月29日
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 H01L 21/027
 【発明の名称】 電子線描画装置
 【請求項の数】 10
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地 株式会社 日立製作所 計測器事業部内
 【氏名】 川野 源
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地 株式会社 日立製作所 計測器事業部内
 【氏名】 脇田 実
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地 株式会社 日立製作所 計測器事業部内
 【氏名】 鎌田 政人
 【発明者】
 【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市大字市毛 882番地 株式会社 日立製作所 計測器事業部内
 【氏名】 依田 晴夫
 【特許出願人】
 【識別番号】 000005108
 【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所
 【代理人】
 【識別番号】 100091096
 【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003115

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子線描画装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子線描画領域を区分するメッシュと電子線描画ショットとの位置関係に基づいて各メッシュに含まれるショット面積から面積密度を計算して露光量マップを作成する露光量マップ作成手段と、前記露光量マップを参照して各ショットの露光量を補正する近接効果補正手段とを備え、前記近接効果補正手段によって補正された露光量でショットを露光する電子線描画装置において、

前記露光量マップ作成手段は、ショットが複数のメッシュにまたがるものであるか否かを判定する判定手段を備えることを特徴とする電子線描画装置。

【請求項2】 請求項1記載の電子線描画装置において、前記判定手段はショットの対角位置にある2つの端点の座標と、メッシュの境界との位置関係に基づいて、ショットが複数のメッシュにまたがるものであるか否かを判定することを特徴とする電子線描画装置。

【請求項3】 請求項1又は2記載の電子線描画装置において、前記露光量マップ作成手段は、複数のメッシュにまたがるショットをメッシュの境界で分割し、各メッシュに含まれる分割されたショットの面積値もしくは面積密度を当該メッシュに加算することを特徴とする電子線描画装置。

【請求項4】 請求項3記載の電子線描画装置において、メッシュの境界によるショットの最大分割数が前記メッシュの一方の境界の方向にN個、前記メッシュの他方の境界の方向にM個であるとき、ショットの面積値もしくは面積密度を格納するメモリをN×M個備えることを特徴とする電子線描画装置。

【請求項5】 請求項4記載の電子線描画装置において、1つのショットの面積値もしくは面積密度を複数のメッシュに分割してメモリに格納するとき、各メッシュに含まれる分割されたショットの面積値もしくは面積密度をそれぞれ異なるメモリの異なるアドレスに同時に格納し、前記メモリからデータを呼び出すときは全てのメモリの同じアドレスを呼び出すことを特徴とする電子線描画装置

【請求項6】 請求項5記載の電子線描画装置において、前記複数のメモリの同じアドレスから呼び出された複数のデータを加算する機能を有することを特徴とする電子線描画装置。

【請求項7】 請求項4記載の電子線描画装置において、前記電子線描画領域を区分するメッシュを $N \times M$ 個のメッシュ群を1単位としてグループ化し、グループ化された各メッシュ群の $N \times M$ 個のメッシュに対して同じアドレスを割り振った $N \times M$ 個のメモリを備えることを特徴とする電子線描画装置。

【請求項8】 請求項7記載の電子線描画装置において、メッシュアドレス値に基づいて前記 $N \times M$ 個のメモリのうちの所望のメモリとアドレスとを選択する選択手段を備えることを特徴とする電子線描画装置。

【請求項9】 請求項8記載の電子線描画装置において、前記選択手段は、アドレス値(m, n)のメッシュの面積値もしくは面積密度値を格納するメモリを(n/N の余り、 m/M の余り)に基づいて選択し、アドレスを(n/N の商の値、 m/M の商の値)に基づいて選択することを特徴とする電子線描画装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれか1項記載の電子線描画装置において、前記露光量マップが前記メモリから構成されていることを特徴とする電子線描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子線によって微細なパターンを描画する電子線描画装置に関する

【0002】

【従来の技術】

電子描画装置は、一般的に、①微細パターン形成が可能である、②パターン発生機能がある、③歪みの補正が可能である、などの特徴があることで良く知られており、LSIの開発や光露光用のマスク製作などに広く用いられて来た。しかし、微細加工を得意とする電子線描画装置においても、サブミクロンオーダーの超LSIパターンを描画するにあたっては、近接効果と呼ばれる物理効果の壁が

ある。

【0003】

図16は、近接効果の原理を簡単に説明する図であり、電子線レジスト71を塗布した基板70に電子線72が入射している状態を示している。近接効果は、主に前方散乱と後方散乱と呼ばれる2種類の電子散乱が原因である。電子銃より発射され電子線レジスト71に入射された電子は、レジスト71の構成原子と衝突、散乱を繰り返しながらエネルギーを放出する。これを前方散乱と呼ぶ。その一方で、入射電子の大部分は、基板70の材料内にも進入し、散乱を受けてその一部が再びレジスト71に戻ってくる。これを後方散乱と呼ぶ。

【0004】

これらの結果、入射エネルギーは、照射（露光）領域以外にも堆積することになり、微細パターンにおいては、照射量（露光量）不足を生じ、逆に大面積パターン間のスペースには過剰なエネルギーが蓄積されることになる。そのため、電子線で複数個の図形からなるパターンを描画したとき、近接して多くの図形があると図形が太めに描画され、一方で孤立していると細く描画される。これが近接効果である。

【0005】

この近接効果を補正する方法として、特開平3-225816号公報には、描画データより区分された領域ごとに描画面積を計算して照射量（露光量）のマップを作り、各ショットごとに露光量のマップを参照して、描画密度の低いパターンにおいては露光量を増加させ、逆に描画密度の高いパターンでは露光量を小さくすることで、描画密度に依存した最適な露光量で描画を行う方法が示されている。

【0006】

近接効果の補正方法については、この他にも種々提案されている。例えば、米国特許第4463265号には、デフォーカスした電子ビームで白黒反転したパターンを描画し、近接効果を補正するGHOST法と呼ばれる方法が示されている。特公昭63-14866号には、寸法補正を施したパターンの相対する縁部における露光量を求め、パターン縁部の強度比がある値以下になる様にする方法

が記載されている。また、特公昭62-46059には、描画パターンと同一寸法のレジストパターンが得られる照射密度と所定の残膜が得られる照射密度との比を求めておき、描画するとき所要のレジスト残膜が得られる照射密度と描画寸法で描画する方法が記載されている。

【0007】

前述の特開平3-225816号公報に記載された方法の特徴は、露光量マップを作成するための描画（空描画）を行い、次に、この露光量マップを参照しながら実描画を行うことである。図17は、その概念を説明するブロック図である。入力部81に入力される描画データは、前段の図形分解・合わせ補正部より計算された各ショットの位置データと形状データ、及び露光量データである。露光量マップの作成手順は、まず、空描画を行うことで始める。前段から描画データ（ショット形状、位置）を送信し、面積値計算部82で各ショットの面積を計算する。また、図18に示すように、描画データを一辺の長さが α の正方形のメッシュで分割する。次に、各ショット90の中心位置91が含まれるメッシュにそのショットの面積値を累積加算し、一時、部分メモリ83とよばれるメモリに格納する。これを隨時繰り返し、次に、部分メモリ83に貯えられた面積値を露光量マップメモリ84に転送する。露光量マップメモリ84に格納されたデータに平滑化フィルタ85によりデータ平滑化するなどの処理を施した後、再び露光量マップメモリ84にデータを格納する。

【0008】

実描画を行う際は、再度、前段から同描画データを送信し、ショットの位置、形状データからアドレス計算部86で露光量マップのアドレスを計算する。そして、露光量マップメモリ84のそのアドレスの面積値を露光量変換部87で露光量に同時に変換し、加算器88において各ショットの露光量に加算もしくは減算して、出力部89から後段に送る。このようにして、面積値が大きいメッシュ内に含まれるショットは露光量を小さく、面積値が小さなメッシュでは露光量を大きくすることで所望の補正が可能となる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このように、各ショットの中心位置が含まれるメッシュにそのショットの面積値を累積加算して露光量マップを作成する方法によると、メッシュの境界付近にショット中心がある場合、問題が生じる。図19は、この従来法の問題点を、3つのメッシュにいくつかのショットが存在する例によって簡易に説明する模式図である。図19において、ショット1、ショット3はメッシュの大きさに近い大きさを有し、ショット2はメッシュに対して小さい。また、ショット1はメッシュ1とメッシュにまたがっており、その中心 C_1 はメッシュ1とメッシュ2の境界付近でメッシュ1内に存在する。ショット2は、中心 C_2 も含めて全体がメッシュ2の中にある。ショット3はメッシュ2とメッシュ3にまたがっており、その中心 C_3 はメッシュ2とメッシュ3の境界の近くでメッシュ3に存在する。

【0010】

この場合、近接効果は各ショット間のスペースを狭くする様に作用するため、その補正方法としては、ショット2において露光量を小さくする必要がある。しかし、従来方法では、ショットの中心において面積値が累積加算されるため、図19の下方に示すように、ショット1の面積値は全てメッシュ1に加算され、ショット3の面積値は全てメッシュ3に加算される。一方、最も面積値が大きくなる必要があるメッシュ2にはショット2の面積値しか加算されない。その結果、メッシュ1とメッシュ3の面積値が大きくなり、メッシュ2の面積値は小さくなる。この露光量マップを用いて露光量補正を行うと、メッシュ2に含まれるショット2は露光量が大きくなるように補正され、ショット1、ショット3は露光量が小さくなる様に補正される。この露光量補正は期待される補正と逆であり、所望の露光量補正が出来ない。

【0011】

図20及び図21により、具体的なシミュレーション例を用いて説明する。図20は、 $60\mu m \times 60\mu m$ の正方形形状の描画データであり、図21はこの図20の描画データをもとに $3.0\mu m \times 3.0\mu m$ のショットで分解し、3次元的

に露光量マップを作成した例である。露光量マップにおける1メッシュの大きさは $5.12\mu\text{m} \times 5.12\mu\text{m}$ であり、 20×20 メッシュの範囲で計算を行っている。また、得られる値は、メッシュに含まれるショット面積の割合(%)、すなわち面積率で示している。

【0012】

図20から、露光量マップは図形がある範囲においてほぼ均等な面積率となることが予想されるが、シミュレーションの結果、図21に示すように凹凸の激しい露光量マップになっている。この露光量マップを用いて描画を行うと、 $\pm 40\%$ の露光量の誤差が生じる。これだけの露光量の誤差が生じると期待した精度は全く得られず、近接効果補正を行った意味をなさない。

【0013】

そのため、現在はショット寸法を小さくすることで精度を向上させている。例えば $0.64\mu\text{m} \times 0.64\mu\text{m}$ のショットで分解すれば、 $\pm 5\%$ の精度で露光量マップを作成できる。さらに平滑化処理（ある特定のメッシュ領域で平均化フィルタなどを使用）を施すことで凹凸をなだらかにすることができるので、誤差を $\pm 1.5\%$ 以下に抑えることが可能である。

【0014】

しかし、ショット寸法を小さくすると同じ描画図形でもショット数が増加し、ショット寸法を $3.0\mu\text{m} \times 3.0\mu\text{m}$ から $0.64\mu\text{m} \times 0.64\mu\text{m}$ とすると、ショット数は約22倍 [$= (3.0/0.64)^2$] に増加する。露光量マップ作成の処理時間はこのショット数にはほぼ比例するので、処理時間も22倍かかることになる。実際の描画データではこの様なことは無いが、精度を保持するための処理時間への負担が大きいことは分かる。

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、ショット寸法を細かくすることなく高精度な露光量マップを作成することのできる電子線描画装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

本発明においては、メッシュ境界によってショットを分割し、隣接するメッシ

ュにそのメッシュに含まれている面積値を分割して累積加算することによって前記目的を達成する。露光量マップの作成にあたって、各ショットの中心位置は考慮しない。

【0016】

図1は、本発明の原理を模式的に示す説明図である。いま、ショット1がメッシュ1とメッシュ2にまたがっており、ショット2はメッシュ2の中にあり、ショット3はメッシュ2とメッシュ3にまたがっているとする。この場合、ショット1の面積値はメッシュ1とメッシュ2に、ショット3の面積値はメッシュ2とメッシュ3にそれぞれ分割され、各メッシュに含まれる面積値が累積加算される。その結果、図1の下方に示すように、メッシュ2の面積値がメッシュ1、メッシュ3の面積値より大きくなる。したがって、この露光量マップを用いて露光量補正を行うと、ショット2の露光量が抑制され、近接効果を補正することができる。

【0017】

すなわち、本発明は、電子線描画領域を区分するメッシュと電子線描画ショットとの位置関係に基づいて各メッシュに含まれるショット面積から面積密度を計算して露光量マップを作成する露光量マップ作成手段と、露光量マップを参照して各ショットの露光量を補正する近接効果補正手段とを備え、近接効果補正手段によって補正された露光量でショットを露光する電子線描画装置において、露光量マップ作成手段は、ショットが複数のメッシュにまたがるものであるか否かを判定する判定手段を備えることを特徴とする。

【0018】

判定手段はショットの対角位置にある2つの端点の座標と、メッシュの境界との位置関係に基づいて、ショットが複数のメッシュにまたがるものであるか否かを判定するように構成することができる。露光量マップ作成手段は、複数のメッシュにまたがるショットをメッシュの境界で分割し、各メッシュに含まれる分割されたショットの面積値もしくは面積密度を当該メッシュに加算する。

【0019】

メッシュの境界によるショットの最大分割数がメッシュの一方の境界の方向に

N個、メッシュの他方の境界の方向にM個であるとき、ショットの面積値もしくは面積密度を格納するメモリをN×M個備えることが処理の高速化の観点から望ましい。これは、ある1つのショットの面積値をN×M個に分割し、メモリに格納する場合、各メッシュに含まれる面積値は異なり、もちろんメッシュのアドレスも異なるため、1つのメモリに書き込む際はN×M回メモリにアクセスする必要があるためである。

【0020】

そこで、N×M個の部分メモリのアドレスを同一とすることで、比較的簡単に書き込みが可能となる。分割された面積値をショット毎に格納し、同時に各メッシュの隣接するアドレスに書き込む。読み出す際は、N×M個のデータを同時に読み出す必要があるので、部分メモリの後段に加算機能を設ける。つまり、1つのショットの面積値もしくは面積密度を複数のメッシュに分割してメモリに格納するとき、各メッシュに含まれる分割されたショットの面積値もしくは面積密度をそれぞれ異なるメモリの異なるアドレスに同時に格納し、メモリからデータを呼び出すときは全てのメモリの同じアドレスを呼び出すようにする。そして、複数のメモリの同じアドレスから呼び出された複数のデータを加算する機能を備える。

【0021】

また、電子線描画領域をN×Mメッシュ毎にメッシュ群を単位として形成し、メッシュ群単位を1アドレスとしたN×M個のメモリを持つように部分メモリを構成することも可能である。つまり、電子線描画領域を区分するメッシュをN×M個のメッシュ群を1単位としてグループ化し、グループ化された各メッシュ群のN×M個のメッシュに対して同じアドレスを割り振ったN×M個のメモリを備える。そして、メッシュアドレス値に基づいてN×M個のメモリのうちの所望のメモリとアドレスとを選択する選択手段を備える。選択手段は、アドレス値(m, n)のメッシュの面積値もしくは面積密度値を格納するメモリを(n/Nの余り、m/Mの余り)に基づいて選択し、アドレスを(n/Nの商の値、m/Mの商の値)に基づいて選択することができる。このとき、メッシュアドレスの最下位ビットから(N×M)/2個までのビットによって1つのメモリを選択し、(

$N \times M$) / 2 個より上位ビットによって選択されたメモリのアドレスを選択するようになすことができる。

なお、本発明の電子線描画装置では、露光量マップを前記メモリから構成することもできる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。ここでは、半導体ウエハーに微細な回路パターンを描画する電子線描画装置を例にとって説明する。

【実施の形態1】

図2は、本発明による電子線描画装置の一例を示す概略図である。図2において、右側に断面で示した部分は、実際にウエハーを描画する電子線鏡体10、試料台11、搬送部12などである。電子線鏡体10の最上部にある電子銃13から発射された電子線14は、鏡体内のレンズ16によって形状が整えられ、さらに電磁偏向器と静電偏向器からなる偏向器17によって偏向され試料台11上に配置された半導体ウエハー18上の目標位置に照射される。照射される電子線14の幾種類かの断面形状は、マスク15を選択することによってウエハー18上に転写することができる。

【0023】

図2の左側の部分は、システム制御の計算機系であり、システム全体の制御と外部からのインターフェースを分担している。枠21で囲まれたブロック群は、計算機22から転送される描画データを電子線の偏向データへと連続的（パイプライン的）にかつ高速に変換する制御系デジタル処理群であり、図示した各処理部では以下の処理を行っている。

【0024】

(1) 図形データ部

計算機22から転送される圧縮されたパターンデータを格納する。

(2) 図形復元部

図形復元部は、圧縮されたパターンデータを図形データへと復元する。

(3) 図形分解部

復元された1つ1つの図形を、電子線で描画可能な形状（ショット）に置き換え、各ショットの位置、形状、露光量のデータを作成する。

（4）合わせ補正部

ウエハー18の位置ずれや変形をセンサー19で監視し、そのずれ、変形に合わせて補正を行う。

【0025】

（5）近接効果補正部

近接効果を補正するための処理を行う部位である。予め描画するパターン単位面積あたりの面積マップ（露光量マップ）を求め、その値を参照しながらショット単位に露光量を補正する処理を行う。

（6）追従絶対校正部

連続描画を可能にしたもので、試料台位置測長部20から入力される位置とともに、常に電子線14がウエハー18の目標位置に照射される様に電子線偏向位置を計算するとともに、電子線鏡体部の偏向歪み量なども補正する。

（7）手順制御部

上記各ユニットの処理がスムーズに動く様、監視、及び制御を受け持つ。

【0026】

以上の制御系から発したデータは、D/A変換器23でD/A変換されてビーム制御部24へ移り、各筐体内の各電磁レンズ及び電磁偏向器と静電偏向器の制御を行う。この他、高圧電源25は、電子銃13の加速電圧を発するための電源、マスク制御部26はマスク15の形状を選択する制御部、試料台制御部27は筐体10内の試料台11の移動制御を行うためのものであり、搬送部12はウエハー18を移動し、筐体内部に格納する機能をもっており、搬送制御部28により制御されている。それぞれのユニット間はインターフェイスを介して信号の受け渡しを行い、計算機によって制御を行うこともできる。

【0027】

図3は、本発明による近接効果補正部の一例を示すブロック図である。この近接効果補正部は、露光量マップの作成方法が従来の方法と異なる。空描画を行う際の露光量マップの作成手順としては、まず、前段から描画データを送信し、入

力部31で描画データをある大きさのメッシュで分割する。判定部32では、各ショットの位置と形状からメッシュに対するショットの位置関係を計算、判定する。例えばショットの大きさがメッシュの大きさより小さいとすれば、判定結果には以下の4パターンが存在する。

条件1：ショットがメッシュに含まれる場合

条件2：ショットがX方向のみメッシュ境界を越える場合

条件3：ショットがY方向のみメッシュ境界を越える場合

条件4：ショットがX方向、Y方向共にメッシュ境界を越える場合

【0028】

それぞれの場合において、メッシュ境界で分割された各メッシュに含まれる面積値を計算し、メモリに格納する。前段から来るデータはもちろん任意であり、条件1～条件4のどのパターンが来るか不明である。条件1のみならばメモリは1つで良いが、条件4では、1つのショットが4つのメッシュに分割されるため、1つのメモリのみとするとパイプライン的に処理が不可能になり低速化は免れない。そこで、部分メモリ0、部分メモリ1、部分メモリ2、部分メモリ3からなる4つの部分メモリ34a～34dを準備する。4つの部分メモリ34a～34dは、それぞれアドレス(m, n)を有する。

【0029】

以下に詳述するようにして面積値計算部33a～33dで計算された面積値S0, S1, S2, S3は、4つ部分メモリ34a～34dに同時に格納することでパイプライン的に順次高速に処理することができる。また、それぞれの面積値S0, S1, S2, S3が格納されるアドレスは、例えばショットの左下端点が含まれるメッシュのアドレス(m, n)を基準に、隣接メッシュのアドレス(m, n+1), (m+1, n), (m+1, n+1)となる。面積値が計算されない条件、例えば、条件1の場合、部分メモリ1のアドレス(m, n+1)、部分メモリ2のアドレス(m+1, n)、部分メモリ3のアドレス(m+1, n+1)には0が書き込まれる(S1=0, S2=0, S3=0)。

【0030】

この部分メモリ34a～34d内に貯えられた面積値を参照して露光量を計算

しても良いが、一般に、前段からのデータの流れは速く、部分メモリ34a～34dにはS-RAMを用いるのが良い。そのことを考えると、現在のところS-RAMでは描画データ全体を格納することは困難であり、一旦メモリ34a～34dに貯えられた面積値を、大容量データが記憶可能な露光量マップメモリ（例：D-RAMなどを用いる）36に転送し、置き換えることが望ましい。この露光量マップメモリ36にデータを転送する際、1アドレスに対し、4つの部分メモリ34a～34dに含まれるデータはまちまちであるので、4つの部分メモリ34a～34dに対し同じアドレスを呼び出し、後段に設けた加算回路35で各アドレス毎にデータを合計して、露光量マップメモリ36に転送する。こうして、1アドレスに対し1つのデータとする。

【0031】

露光量マップメモリ36に格納されたデータは、電子の1次散乱、2次散乱を模擬するために平滑化フィルタ37などの処理が施され、再度、露光量マップメモリ36に格納される。これによって所望の露光量マップが作成された後、実描画時、再度同じデータを前段から送信する。ショットの位置、形状データからアドレス計算部38で露光量マップ36のアドレスを計算し、そのアドレスの面積値を露光量変換部39において露光量に同時に変換し、加算器40において各ショットの露光量に加算もしくは減算することで補正を行う。このときアドレス計算部38で計算する露光量マップ36のアドレスは、ショットの中心位置を基準とする。

【0032】

ここでは、ショットの大きさがメッシュの大きさを越えない場合に限定したので4つの部分メモリ34a～34dを用いたが、最大ショットによってパターン数は変化する。例えば、最大ショットがメッシュの1.5倍の大きさを有する場合には、 3×3 のメッシュ領域において条件を考慮する必要があるため、9つの部分メモリを用意する。このように最大ショットの大きさに応じて適当な数の部分メモリを用意することで、最大ショット寸法とメッシュの大きさの関係が異なる場合にも、図3に示した近接効果補正部を用いて近接効果の補正を行うことができる。

【0033】

次に、図4及び図5を参照して、図3のブロック図の判定部32における判定及び面積値計算部33a～33dにおける面積値計算の具体的な例について、シミュレーションを交えて説明する。図4は、描画データ（この場合ショットデータ）の位置、形状から、メッシュ境界との位置判定を行ってショット面積を分割し、面積の累積積算処理を行う回路の一例を示したブロック図であり、図5はショット50とメッシュの位置関係を説明する図である。判定は、この例ではショット50の左下端点51と右上端点52を用いて行っている。

【0034】

図4、図5に示した各パラメータは、ショット50の左下端点51の位置データ（x, y）、ショット50の形状データw, h、及びメッシュの寸法 α である。但し、位置データ及び形状データを簡素化するため、矩形状のショットデータとした。 x はショット50の左下端点51のX座標、 y はショット50の左下端点51のY座標である。また、 w は矩形ショット50の幅であり、 h は矩形ショット50の高さである。ここでは、メッシュは正方形とし、 $\alpha \geq w$ 、 $\alpha \geq h$ とする。

【0035】

上記パラメータを用いて、図4に示した回路の動作を説明する。ショット50が含まれるメッシュのアドレス（m, n）は、左下端点51が存在する位置で下式【数1】のように定義する。これは、端点を基準とすることで条件を簡素化できるためである。ここで、[I]は、Iを越えない最大の整数である。

【0036】

【数1】

$$m = \left\lceil \frac{x}{\alpha} \right\rceil, \quad n = \left\lceil \frac{y}{\alpha} \right\rceil$$

【0037】

任意のショット50の左下端点51が図5に示したアドレス（m, n）のメッシュに含まれる場合には4条件（後述の条件1～条件4）が考えられる。判定部

32では、図4に示すように、入力部31から入力される7つのパラメータ α , m , x , w , n , y , h からそれぞれの条件を判定し、アドレス (m, n) , $(m, n+1)$, $(m+1, n)$, $(m+1, n+1)$ の各メッシュに含まれる面積値 $S_0 \sim S_3$ を以下のように計算する。但し、 S_0 はメッシュ (m, n) に含まれる面積値、 S_1 はメッシュ $(m, n+1)$ に含まれる面積値、 S_2 はメッシュ $(m+1, n)$ に含まれる面積値、 S_3 はメッシュ $(m+1, n+1)$ に含まれる面積値である。いずれの条件の場合においても、面積値 $S_0 \sim S_3$ は、次に示す部分メモリの各アドレスに格納する。面積値を格納しようとしている部分メモリのアドレスに既に面積値のデータが存在する場合には、既に格納されている面積値のデータに新しく計算された面積値を加算して格納する。

【0038】

$S_0 \rightarrow$ 部分メモリ0のアドレス (m, n) に格納

$S_1 \rightarrow$ 部分メモリ1のアドレス $(m, n+1)$ に格納

$S_2 \rightarrow$ 部分メモリ2のアドレス $(m+1, n)$ に格納

$S_3 \rightarrow$ 部分メモリ3のアドレス $(m+1, n+1)$ に格納

【0039】

①条件1：ショット50の右上端点52がメッシュ (m, n) に含まれる場合、すなわち、 $(n+1) \cdot \alpha - x \geq w$ 、かつ、 $(m+1) \cdot \alpha - y \geq h$ が成立する場合。

$$S_0 = w \cdot h$$

$$S_1 = 0$$

$$S_2 = 0$$

$$S_3 = 0$$

【0040】

②条件2：ショット50の右上端点52がメッシュ $(m, n+1)$ に含まれる場合、すなわち、 $(n+1) \cdot \alpha - x < w$ 、かつ、 $(m+1) \cdot \alpha - y \geq h$ が成立する場合。

$$S_0 = [(n+1) \cdot \alpha - x] \cdot h$$

$$S_1 = [x + w - (n+1) \cdot \alpha] \cdot h$$

S 2 = 0

S 3 = 0

【0041】

③条件3：ショット50の右上端点52がメッシュ $(m+1, n)$ に含まれる場合、すなわち、 $(n+1) \cdot \alpha - x \geq w$ 、かつ、 $(m+1) \cdot \alpha - y < h$ が成立する場合。

$$S_0 = w \cdot [(m+1) \cdot \alpha - y]$$

S 1 = 0

$$S_2 = w \cdot [y + h - (m+1) \cdot \alpha]$$

S 3 = 0

【0042】

④条件4：ショット50の右上端点52がメッシュ $(m+1, n+1)$ に含まれる場合、すなわち、 $(n+1) \cdot \alpha - x < w$ 、かつ、 $(m+1) \cdot \alpha - y < h$ が成立する場合。

$$S_0 = [(n+1) \cdot \alpha - x] \cdot [(m+1) \cdot \alpha - y]$$

$$S_1 = [x + w - (n+1) \cdot \alpha] \cdot [(m+1) \cdot \alpha - y]$$

$$S_2 = [(n+1) \cdot \alpha - x] \cdot [y + h - (m+1) \cdot \alpha]$$

$$S_3 = [x + w - (n+1) \cdot \alpha] \cdot [y + h - (m+1) \cdot \alpha]$$

【0043】

図6は、この方法で、図20に示した $60 \mu m \times 60 \mu m$ の正方形状の描画データを $3.0 \mu m \times 3.0 \mu m$ のショットで分解し、作成した露光量マップを3次元的に示した例である。露光量マップにおける1メッシュの大きさは $5.12 \mu m \times 5.12 \mu m$ であり 20×20 メッシュの範囲で計算を行っている。また、得られた値はメッシュに含まれる割合(%)、すなわち面積率で示している。

【0044】

図6と図21とを比較すると、図形が存在する位置において面積率が均一になっていることが分かる。この結果は、ショット寸法を $0.64 \mu m \times 0.64 \mu m$ としても、また、メッシュ大きさを $5.12 \times 5.12 \mu m$ としても変わらず、メッシュ大きさを越えない範囲でショット寸法に依存せず露光量マップを作成す

ることができる。つまり、従来のようにショット寸法を小さくしなくとも高精度な露光量マップを作成することができ、精度を保持したまま処理時間を短縮することができる。

【0045】

このようにして作成された露光量マップを用いて近接効果を補正した露光を行うことにより、高精度のパターン露光を行うことができる。ここでは判定及び面積値計算をハードウェア上でパイプライン的にハード処理する例を説明したが、ソフトウェアによって同様の処理をソフト的に実行することも勿論可能である。

【0046】

図7を用いて、以上 の方法を更に詳細に説明する。特に、部分メモリを4メモリにする理由と、4つの部分メモリに格納されている4データを一元化するために加算回路を使用する理由について説明する。ここで言うメモリとは図3及び図4で説明した部分メモリ34a～34dである。

【0047】

いま、図7に示すように、9つのメッシュ（○内の数字がメッシュのアドレス）をもつ露光量マップがあるとするとき、図示するような4つのショットデータA、A'、A''、A'''が入力されたとする。ショットデータAの図形は、アドレス5, 6, 8, 9のメッシュにまたがる図形である。同様に、ショットデータA'の図形はアドレス1, 2, 4, 5のメッシュにまたがる図形、ショットデータA''の図形はアドレス4, 5のメッシュにまたがる図形、ショットデータA'''の図形はアドレス1, 4のメッシュにまたがる図形である。このとき、各部分メモリに格納されるデータは、次の表1のようになる。

【0048】

【表1】

		メモリ0	メモリ1	メモリ2	メモリ3
ア ド レ ス	1	S 0' + S 0''			
	2		S 1'		
	3				
	4	S 0''		S 2' + S 2''	
	5	S 0	S 1''		S 3'
	6		S 1		
	7				
	8			S 2	
	9				S 3

【0049】

例えば、ショットAはメモリ0のアドレス5に面積値S 0、メモリ1のアドレス6に面積値S 1、メモリ2のアドレス8に面積値S 2、メモリ3のアドレス9に面積値S 3が格納される。ここで異なるメモリにかつ、異なるアドレスでそれぞれのショットの面積値が格納されていることを注意する。ただし、ショットA' とショットA''' の場合はショットの左下端点位置が含まれるメッシュが同じであるため、S 0' と S 0'''、S 1' と S 1''' は、同じメモリの同じアドレスに格納される。

【0050】

この様にして作成されたメモリ群は、前記表1に示したように、同じアドレスにそれぞれ異なる値を有しており、1つのメモリの1アドレスを呼び出すだけでは、メッシュに含まれる正確な面積値は求まらない。そこで、4つのメモリのそれぞれ同じアドレスに含まれる面積値を呼び出して加算することで、各メッシュに含まれる面積値を計算する。この計算をパイプライン的に処理するために、部分メモリの後段に4データ一元化のための加算回路が設けられている。

【0051】

〔実施の形態2〕

図3及び図4に示した実施の形態は、アドレスの割り振り等が簡単で、比較的容易に回路構成が可能であるが、各メモリに重複してアドレスを有すため4倍のメモリを必要とする。メモリ量が増大することは、回路の素子数が増え、基板実装も困難となり、また、コスト的にも問題が残る。そこで、本実施の形態では、露光量マップのアドレスを4分割し、それぞれに部分メモリを適応することで、部分メモリに使用するメモリの総量を節約する。

【0052】

メッシュと部分メモリの関係を表す図9を用いて、メッシュ間で分割されたショットの面積値S0, S1, S2, S3を格納するメモリとアドレスの詳細について説明する。ここでは、それぞれ異なるデータを持つメモリを4つ使用する。そのため、互いのデータが交錯しない様に、4メッシュを1つのアドレスとして見ることが必要となる。

【0053】

図9は $M_s \times N_s$ 個のメッシュからなる部分領域を示し、メッシュを4つずつまとめ、それにアドレスを割り振ったものである。4つのメッシュ毎に1つずつ○内に記載されている数字が部分メモリのアドレスである。同じアドレスが付された4つのメッシュのうち、左下のメッシュを部分メモリ0、右下を部分メモリ1、左上を部分メモリ2、右上を部分メモリ3に割り振る。そのため、実際にメッシュ毎の面積密度データを格納する際、通常のメッシュアドレスを半値としたものをそれぞれの部分メモリ（部分メモリ0～3）のアドレスとして扱えば良いが、部分メモリのアドレスが変化する境界をまたぐショットにおいては、面積値を格納する部分メモリを切り替え、さらにアドレスも変更する必要がある。

今、部分メモリのアドレスを (M, N) 、このときの剩余を (M_{LSB}, N_{LSB}) と置くと、次の〔数2〕で表すことが出来る。

【0054】

【数2】

$$M = \text{Floor}\left[\frac{m(i)}{2}\right], \quad M_{LSB} = \text{Mod}\left[\frac{m(i)}{2}\right]$$

$$N = \text{Floor}\left[\frac{n(i)}{2}\right], \quad N_{LSB} = \text{Mod}\left[\frac{n(i)}{2}\right]$$

ここで、 $\text{Floor}\left[\frac{a}{b}\right]$ は $\frac{a}{b}$ の商の値（整数）、 $\text{Mod}\left[\frac{a}{b}\right]$ は $\frac{a}{b}$ の余り（整数）である。

【0055】

つまり、メッシュアドレス（m, n）は次式【数3】で表すことができ、このアドレスは、図10に示すように最下位ビットを（M_{LSB}, N_{LSB}）とするデータで表すことが出来る。

【0056】

【数3】

$$m(i) = 2 * M + M_{LSB}$$

$$n(i) = 2 * N + N_{LSB}$$

【0057】

これらを用いて、部分メモリの番号及びそれぞれの部分メモリのアドレスを指定する。基準は、ショットの左下端点が存在するメッシュの位置とし、ショットの左下端点が存在するメッシュのアドレス（m, n）により判定する。この場合、ショットの面積値を分割して格納する条件は4条件となり、分割されたショットの面積値 S0, S1, S2, S3 は以下に示すように、指定された部分メモリの指定アドレスに格納される。ここで、S0 はメッシュ（m, n）に含まれる面積値、S1 はメッシュ（m, n+1）に含まれる面積値、S2 はメッシュ（m+1, n）に含まれる面積値、S3 はメッシュ（m+1, n+1）に含まれる面積値である。以下、（i）～（iv）の条件において分かり易くするため部分メモリのアドレスを（M, N）としたが、実際には、部分メモリのアドレスは次式【数4】で表される。

【0058】

【数4】

$$(部分メモリのアドレス) = M * \frac{N_s}{2} + N$$

$$\left(M = 0, 1, 2, \dots, \frac{M_s}{2}, \quad N = 0, 1, 2, \dots, \frac{N_s}{2} \right)$$

【0059】

(i) ショットの全体が、部分メモリアドレス (M, N) に含まれる場合：これは、図11に示したような場合である。すなわち、(m, n) の最下位ビットとともに0であり、 $\{M_{LSB} = 0\} \cap \{N_{LSB} = 0\}$ の場合である。この場合、各面積値 S_0, S_1, S_2, S_3 は、下記の表2のように指定される部分メモリの指定アドレスに格納される。

【0060】

【表2】

		部分メモリ	アドレス
面 積 値	S_0	部分メモリ0	(M, N)
	S_1	部分メモリ1	(M, N)
	S_2	部分メモリ2	(M, N)
	S_3	部分メモリ3	(M, N)

【0061】

(ii) ショットが部分メモリアドレス (M, N) と $(M, N + 1)$ をまたぐ場合：これは、図12に示したような場合である。すなわち、 m の最下位ビットが0、 n の最下位ビットが1であり、 $\{M_{LSB} = 0\} \cap \{N_{LSB} = 1\}$ の場合である。この場合、各面積値 S_0, S_1, S_2, S_3 は、下記の表3のように指定される部分メモリの指定アドレスに格納される。

【0062】

【表3】

	部分メモリ	アドレス
面積値	S 0	部分メモリ 1 (M, N)
	S 1	部分メモリ 0 (M, N + 1)
	S 2	部分メモリ 3 (M, N)
	S 3	部分メモリ 2 (M, N + 1)

【0063】

(iii) ショットが部分メモリアドレス (M, N) と (M + 1, N) をまたぐ場合：これは、図13に示したような場合である。すなわち、mの最下位ビットが1, nの最下位ビットが0であり、 $\{M_{LSB} = 1\} \cap \{N_{LSB} = 0\}$ の場合である。この場合、各面積値 S 0, S 1, S 2, S 3 は、下記の表4のように指定される部分メモリの指定アドレスに格納される。

【0064】

【表4】

	部分メモリ	アドレス
面積値	S 0	部分メモリ 2 (M, N)
	S 1	部分メモリ 3 (M, N)
	S 2	部分メモリ 0 (M + 1, N)
	S 3	部分メモリ 1 (M + 1, N)

【0065】

(iv) ショットが部分メモリの4つのアドレスをまたぐ場合：これは、図14に示したような場合である。すなわち、mの最下位ビットが1, nの最下位ビットが1であり、 $\{M_{LSB} = 1\} \cap \{N_{LSB} = 1\}$ の場合である。この場合、各面積値 S 0, S 1, S 2, S 3 は、下記の表5のように指定される部分メモリの指定ア

ドレスに格納される。

【0066】

【表5】

		部分メモリ	アドレス
面積 値	S 0	部分メモリ 3	(M, N)
	S 1	部分メモリ 2	(M, N + 1)
	S 2	部分メモリ 1	(M + 1, N)
	S 3	部分メモリ 0	(M + 1, N + 1)

【0067】

次の表6は、以上をまとめて示したものである。

【0068】

【表6】

M _{LSB}	N _{LSB}	部分メモリ 0	部分メモリ 1	部分メモリ 2	部分メモリ 3
0	0	S 0	S 1	S 2	S 3
0	1	S 1	S 0	S 3	S 2
1	0	S 2	S 3	S 0	S 1
1	1	S 3	S 2	S 1	S 0

【0069】

具体例を図15に示す。図15は、 4×4 メッシュの簡単なマップ内にショット1～4がある例を示している。いま、 2×2 メッシュを一つの集まりと考えると、部分メモリは4つのアドレス①②③④を持つことになる。すなわち、図15において、細線で囲まれているのがメッシュであり、太線枠で示されているのが部分メモリのアドレスである。ここで、ショットnがメッシュ境界によって分割されたそれぞれの面積値をS_{0(n)}, S_{1(n)}, S_{2(n)}, S_{3(n)}とすると、これらの面積値は、表7のように分割されて指定された部分メモリの指定アドレスに格納される。例えば、ショット4の面積値は次のように分割されてメモリに格納

される。

【0070】

S0(4)→部分メモリ3のアドレス①に格納

S1(4)→部分メモリ2のアドレス②に格納

S2(4)→部分メモリ1のアドレス③に格納

S3(4)→部分メモリ0のアドレス④に格納

【0071】

【表7】

		部分メモリ0	部分メモリ1	部分メモリ2	部分メモリ3
ア ド レ ス	1 2 3 4	S0(1) S1(2) S2(3) S3(4)	S1(1)+S0(2) 0 S3(3)+S2(4) 0	S2(1)+S0(3) S3(2)+S1(4) 0 0	S3(1)+S2(2)+S1(3)+S0(4) 0 0 0

【0072】

図8は、本実施の形態による近接効果補正部の一例を示すブロック図である。図8において、図3と同様の機能部分には図3と同じ番号を付して示す。この近接効果補正部では、部分メモリ44a～44dを図3の回路と同様に配置するが、面積値をメッシュごとに計算する面積値計算部33a～33dの後段にセレクタ41を備える。このセレクタ41は、面積値が計算されたメッシュの位置が図9の太線で囲まれた4つのメッシュのうち左下、右下、左上、右上のいずれのメッシュであるかをアドレス計算によって判断し、計算された面積値を格納するメモリとして部分メモリ0～部分メモリ3の一つを選択する。

【0073】

選択された部分メモリのアドレスはアドレス計算部38より送られ、これをもとに前記した表2～表5のようにして、それぞれ4つの部分メモリ44a～44dに格納されるが、これと同時に、各部分メモリ44a～44dでは、同じアドレスに格納されているデータが呼び出され、格納される前のデータと加算される

。実際にこのデータを呼び出す際は、部分メモリ44a～44dを選択する必要があるので、後段にセレクタ42を設けておく。後段の露光量マップ36も4つのメモリで構成すれば、セレクタ42を設けなくても良い。つまり、部分メモリの番号（この例の場合は、部分メモリ0～3）に対応して露光量マップメモリを配置しておけば良いことになる。例えば部分メモリ0→露光量マップメモリ0、部分メモリ1→露光量マップメモリ1、部分メモリ2→露光量マップメモリ2、部分メモリ3→露光量マップメモリ3とすることで、セレクタを配置しなくとも良い。このようにすることでメモリの節約が可能となり、メモリ配置面積の低減から、さらに実装面積が小さくなる利点がある。

なお、ここでは部分メモリを例にして説明したが、露光量マップに直接、面積値もしくは面積密度のデータを書き込んでもよい。

【0074】

【発明の効果】

本発明によると、高精度な露光量マップをショット寸法に関係なく得ることができ、また、ショット寸法を細かくする必要がないため露光量マップ作成時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明における露光量マップ作成方法の概念図。

【図2】

電子線描画システムの全体図。

【図3】

本発明による近接効果補正部の一例を示すブロック図。

【図4】

図3の一部の詳細を説明するブロック図。

【図5】

ショットとメッシュの位置関係を説明する図。

【図6】

本発明によって作成した露光量マップデータを説明する図。

【図7】

メッシュ境界によるショットの分割の説明図。

【図8】

本発明による近接効果補正部の他の例を示すブロック図。

【図9】

4 メッシュ1アドレス時のマップ構成を示す図。

【図10】

4 メッシュ1アドレス時のアドレス割付方法を示す図。

【図11】

4 メッシュ1アドレス時のアドレス割付条件1の説明図。

【図12】

4 メッシュ1アドレス時のアドレス割付条件2の説明図。

【図13】

4 メッシュ1アドレス時のアドレス割付条件3の説明図。

【図14】

4 メッシュ1アドレス時のアドレス割付条件4の説明図。

【図15】

メッシュ境界で分割された面積値の部分メモリへの割付を説明する図。

【図16】

電子ビームによる電子散乱を説明する模式図。

【図17】

従来の近接効果補正部の概略ブロック図。

【図18】

従来の露光量マップ作成方法の原理を説明する図。

【図19】

従来法による露光量マップ作成方法の問題点を示した模式図。

【図20】

シミュレーションに用いた描画データ形状を示す図。

【図21】

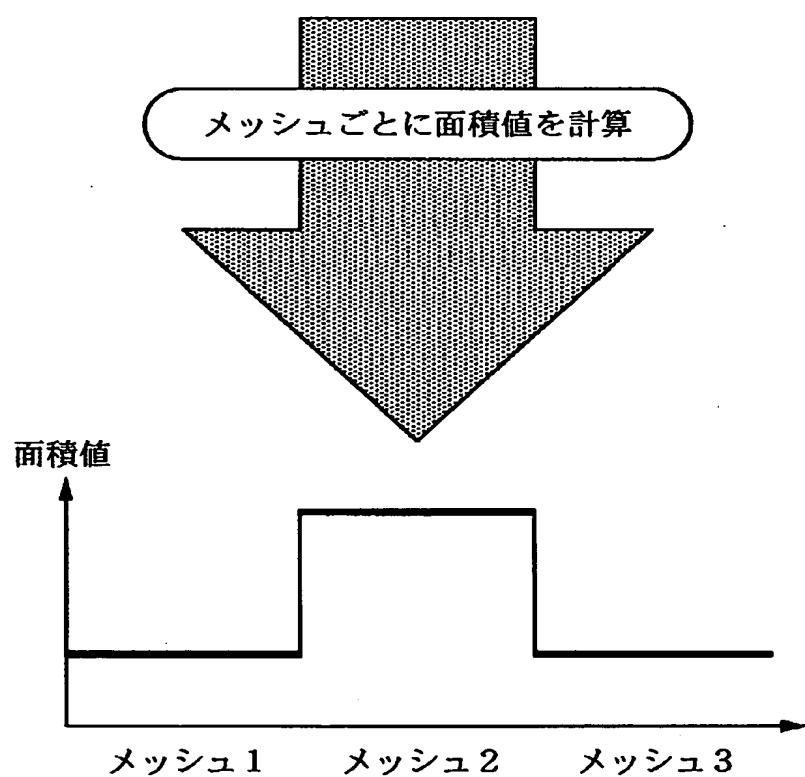
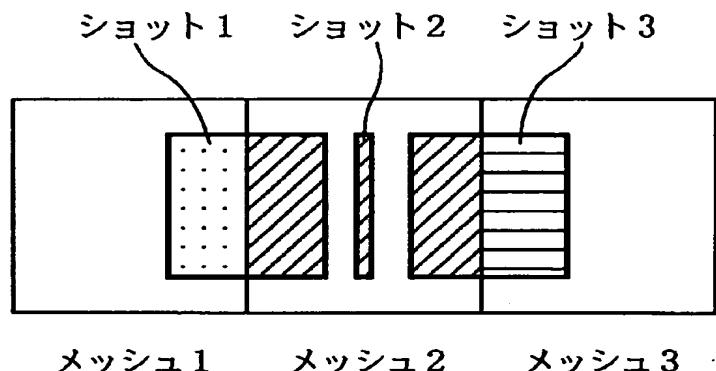
従来法によって作成した露光量マップデータを示す図。

【符号の説明】

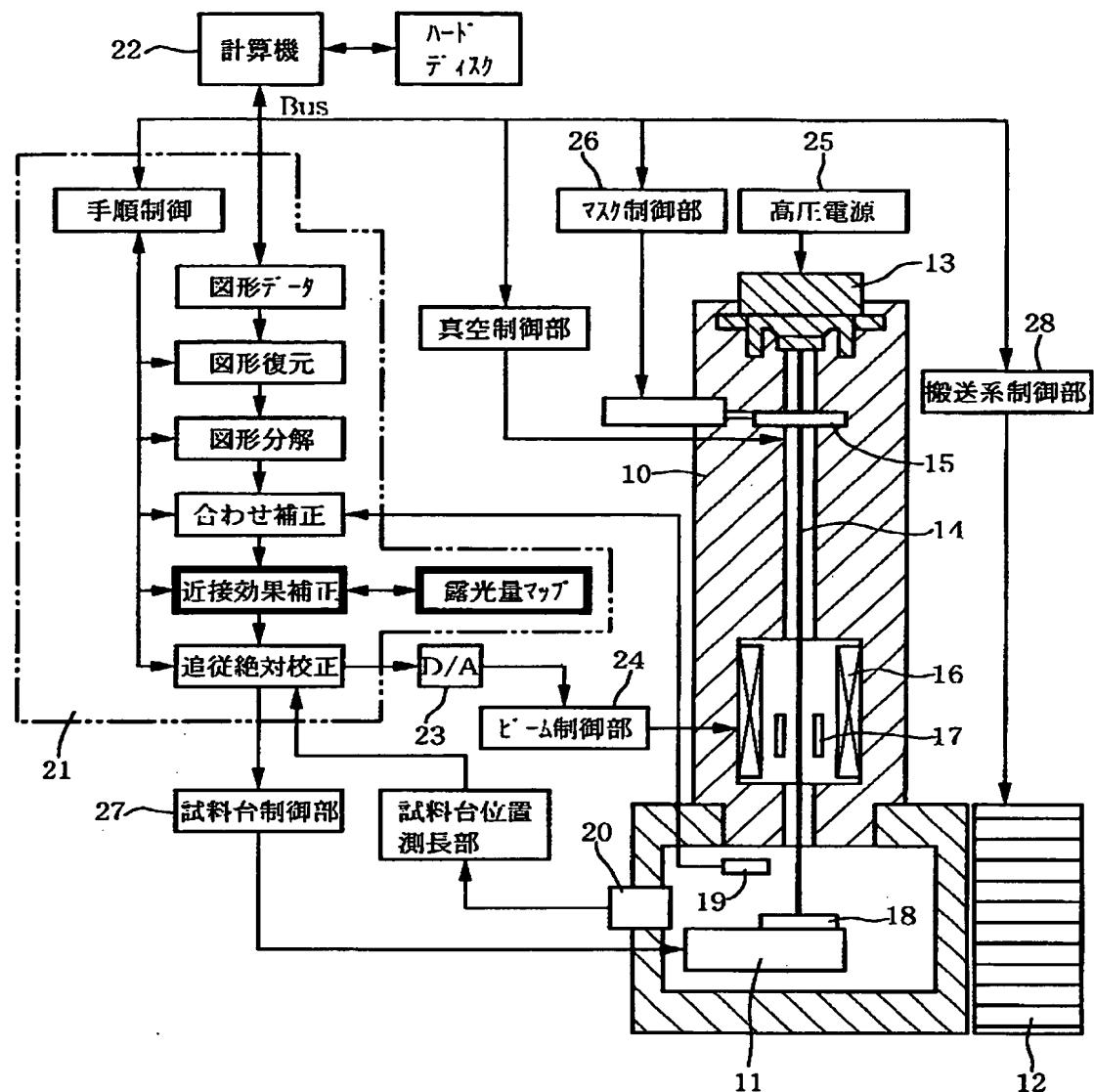
10…電子線筐体、11…試料台、12…搬送部、13…電子銃、14…電子線、15…マスク、16…レンズ、17…偏向器、18…半導体ウェハー、19…センサー、20…試料台位置測長部、21…デジタル処理群、22…計算機、23…D/A変換器、24…ビーム制御部、25…高圧電源、26…マスク制御部、27…試料台制御部、28…搬送制御部、31…入力部、32…判定部、33a～33d…面積値計算部、34a～34d…部分メモリ、35…加算回路、36…露光量マップメモリ、37…平滑化フィルタ、38…アドレス計算部、39…露光量変換部、40…加算器、50…ショット、51…ショットの左下端点、52…ショットの右上端点、41…セレクタ、42…セレクタ、44a～44d…部分メモリ、70…基板、71…電子線レジスト、72…電子線、81…入力部、82…面積値計算部、83…部分メモリ、84…露光量マップメモリ、85…平滑化フィルタ、86…アドレス計算部、87…露光量変換部、88…加算器、89…出力部、90…ショット、91…ショットの中心位置

【書類名】 図面

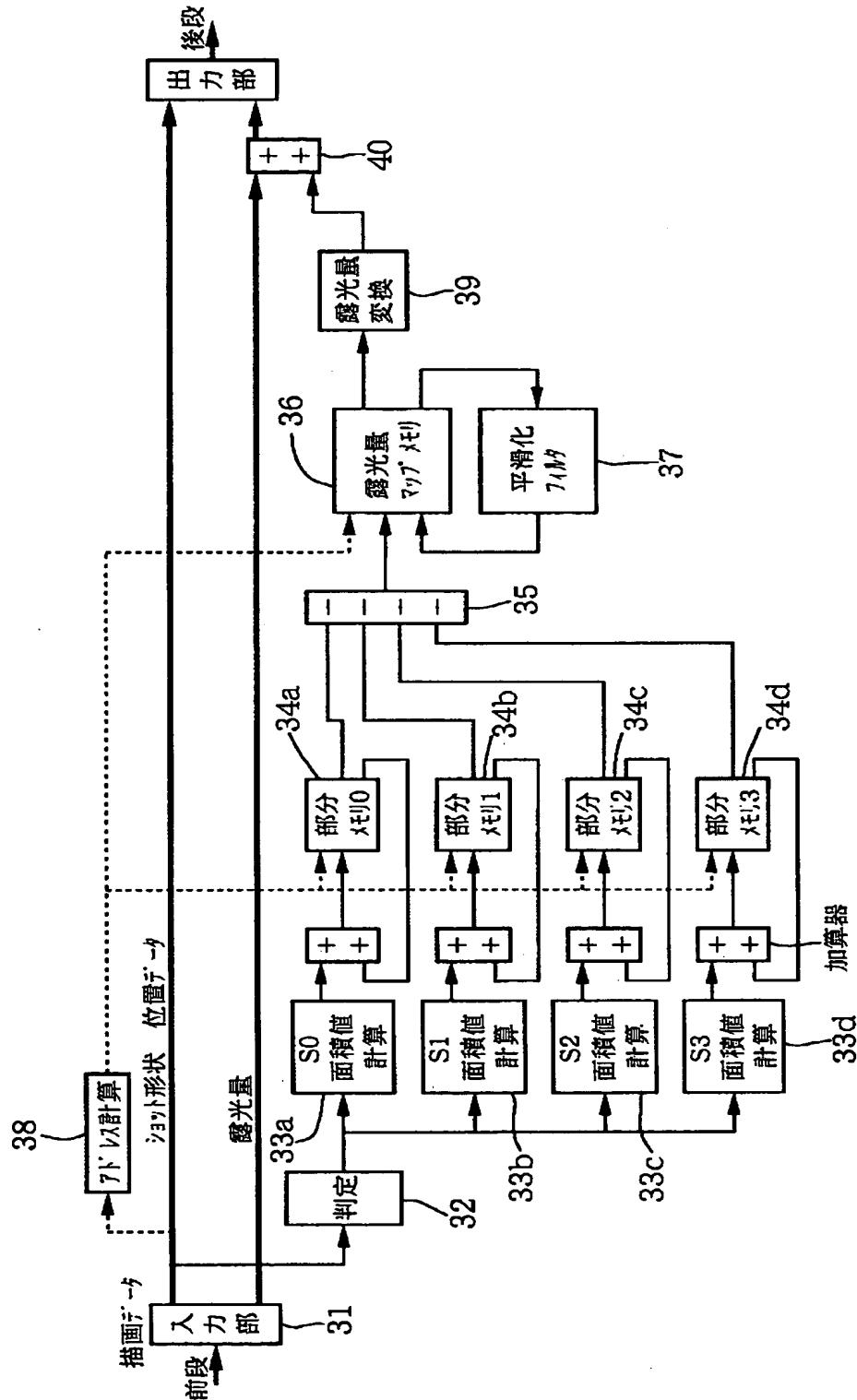
【図1】



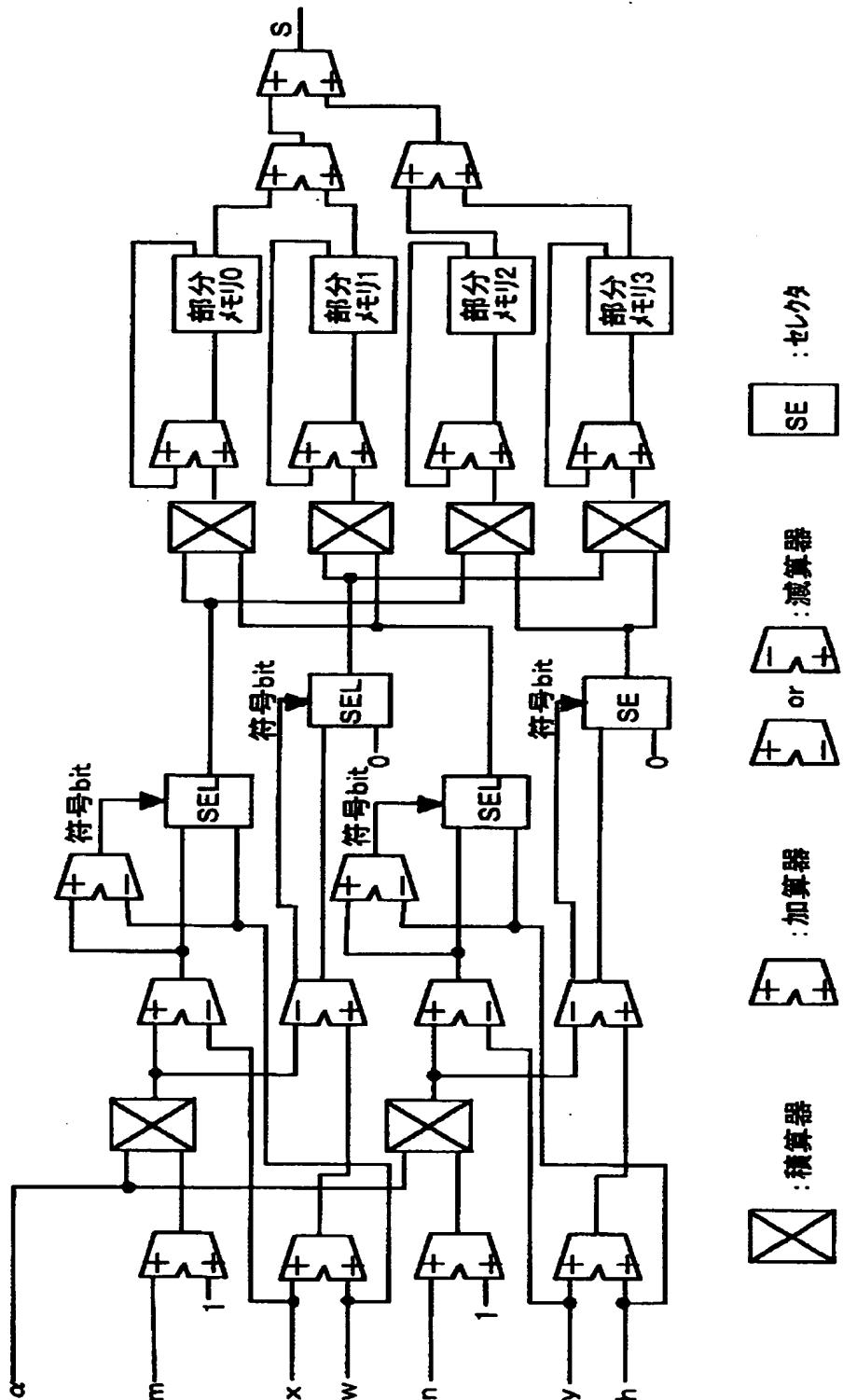
【図2】



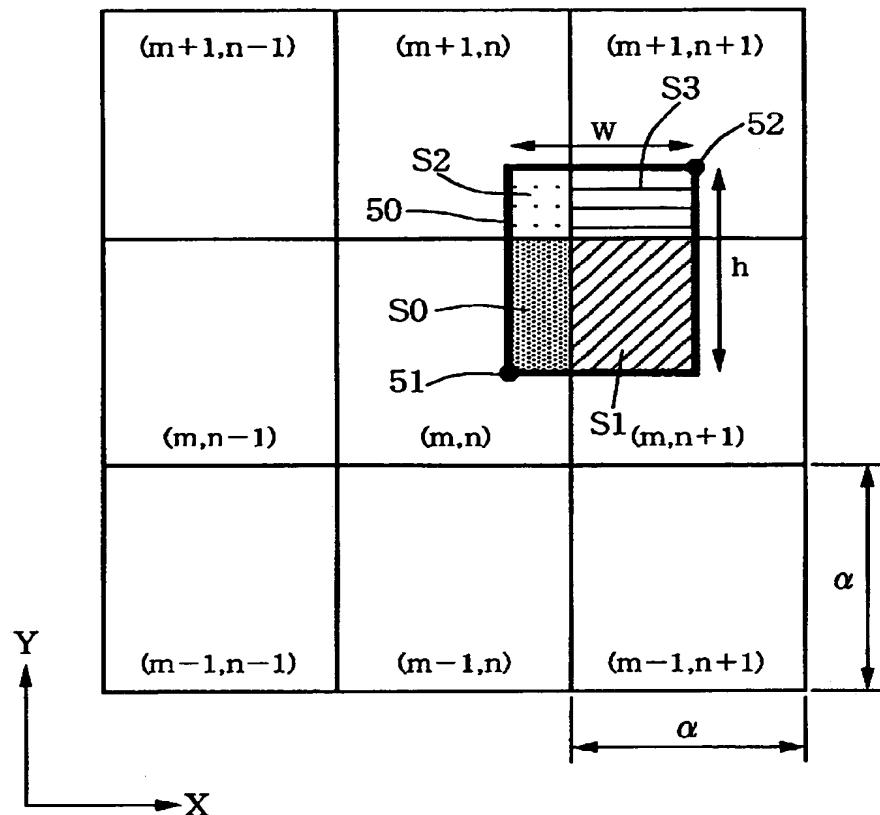
【図3】



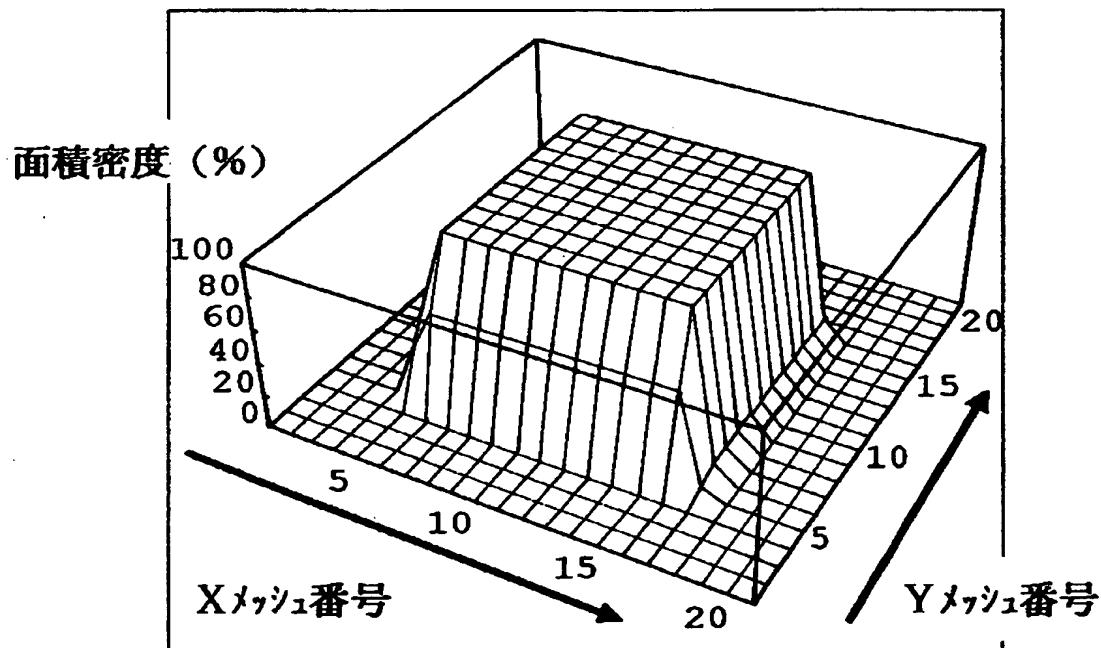
【図4】



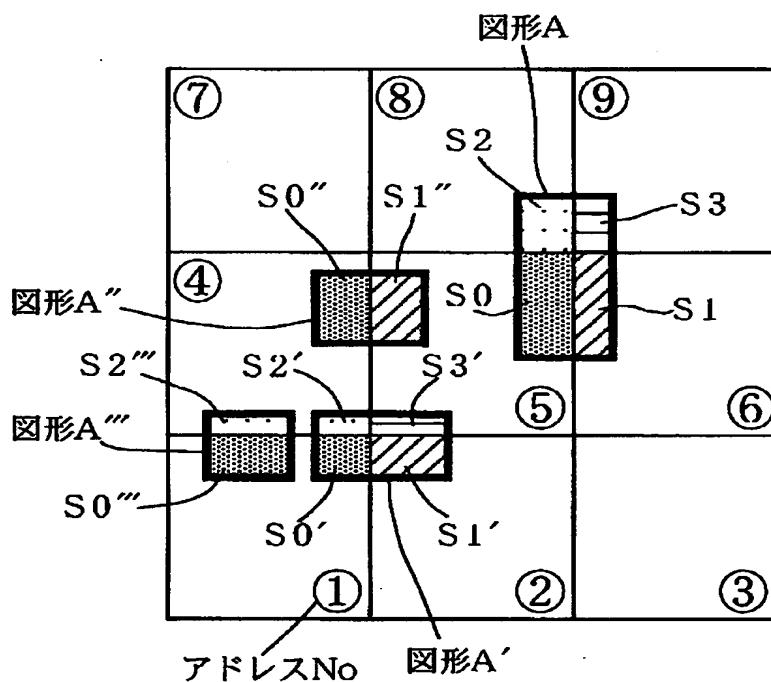
【図5】



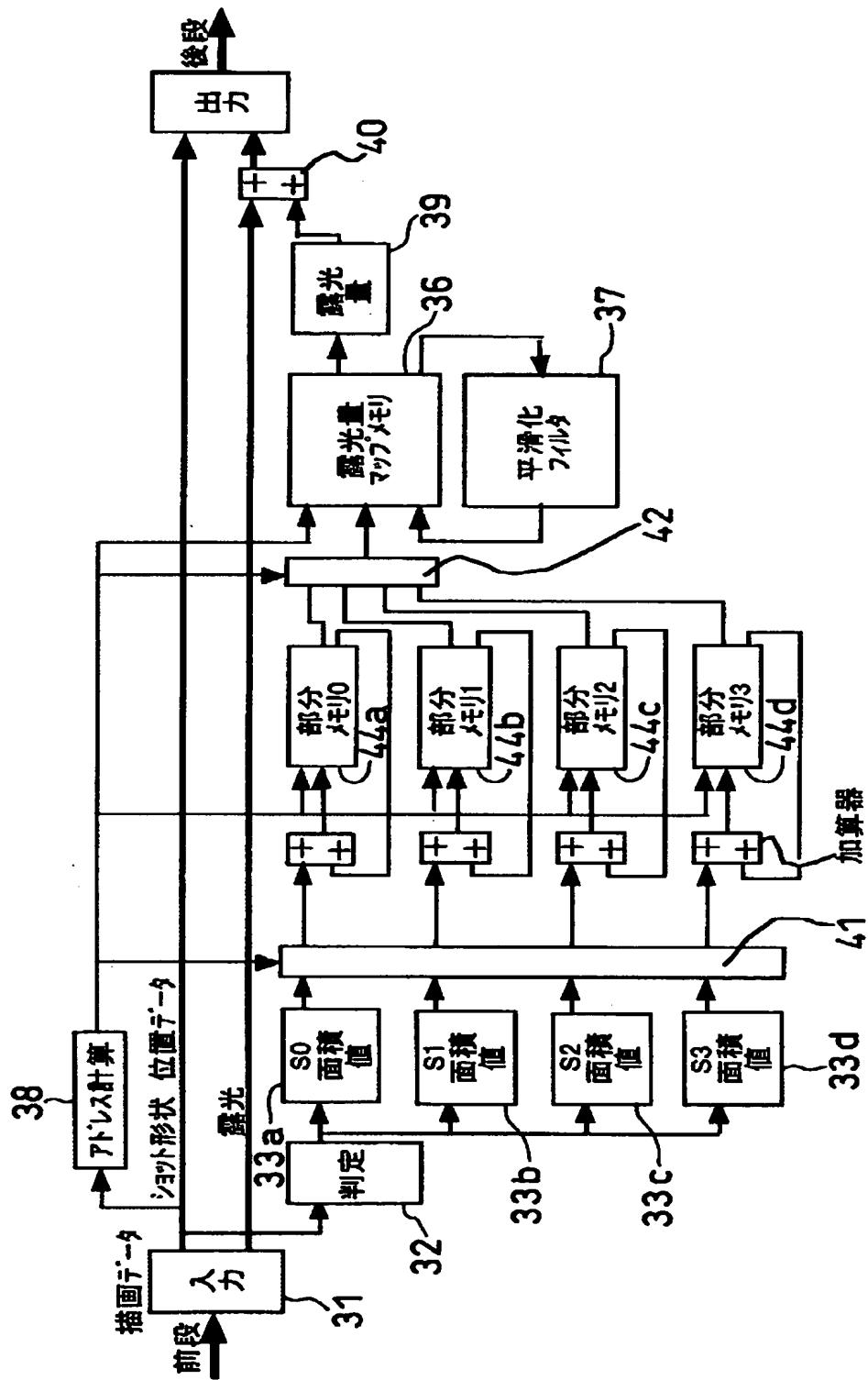
【図6】



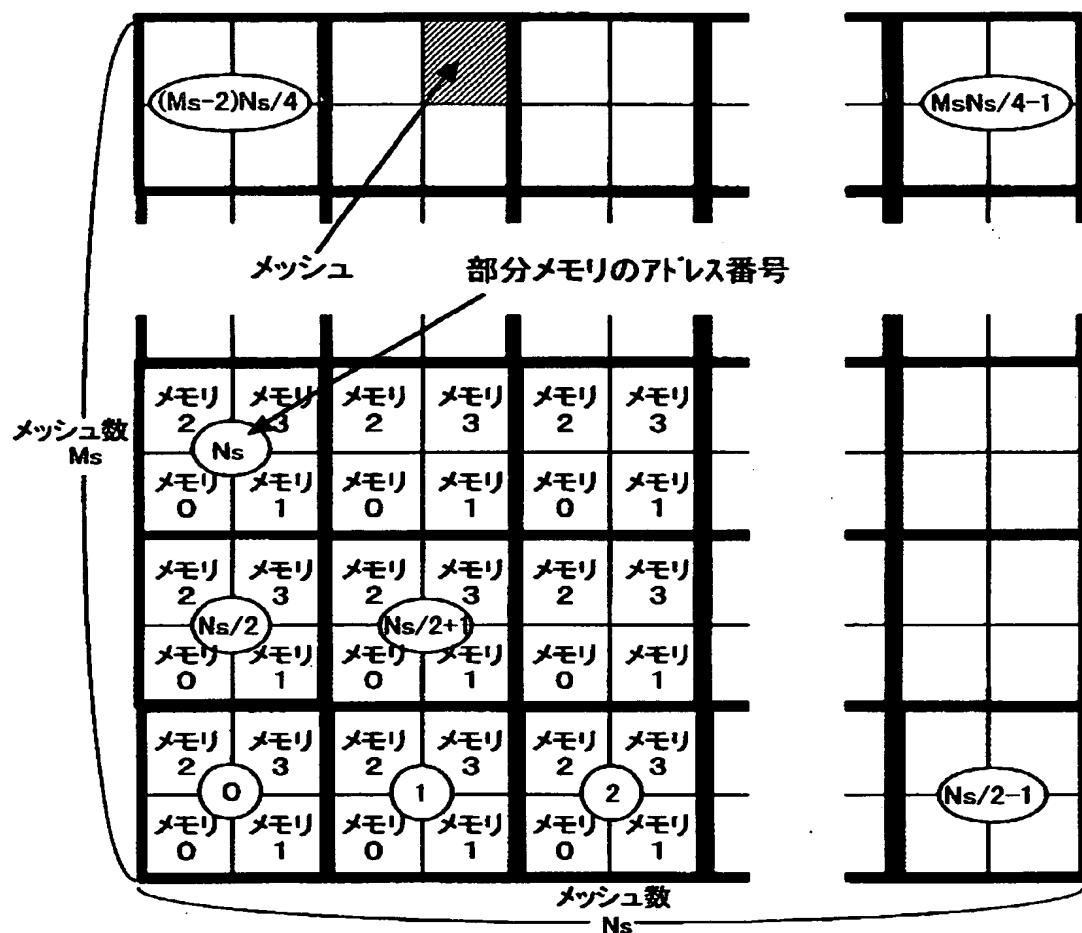
【図7】



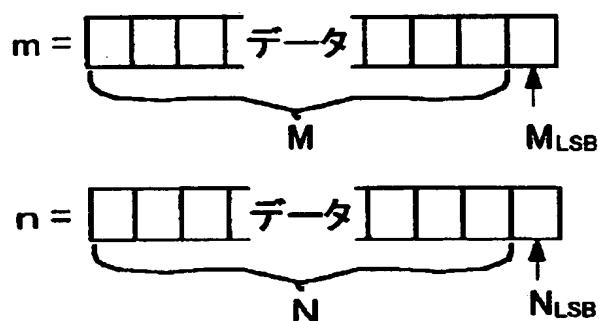
【図8】



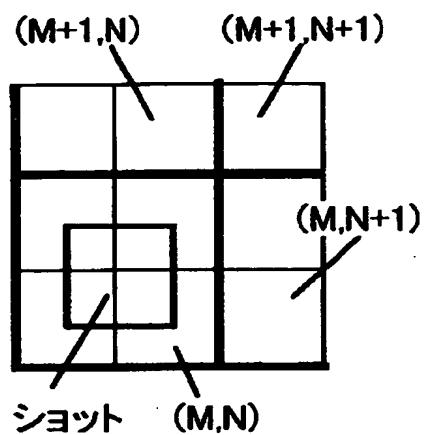
【図9】



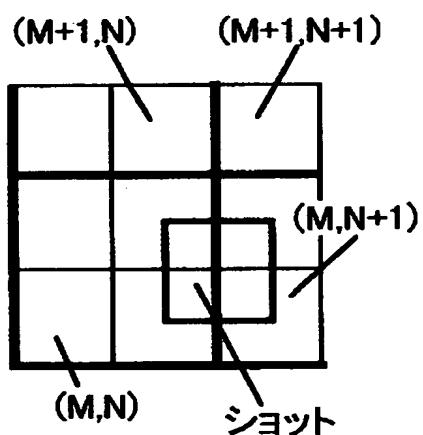
【図10】



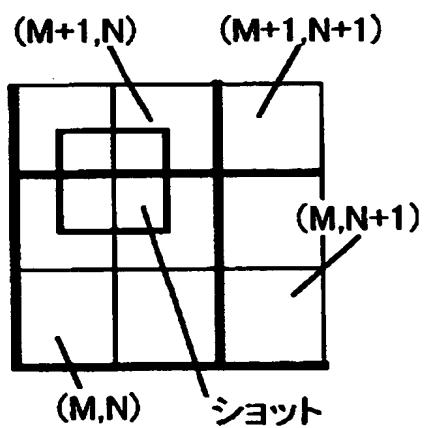
【図 1 1】



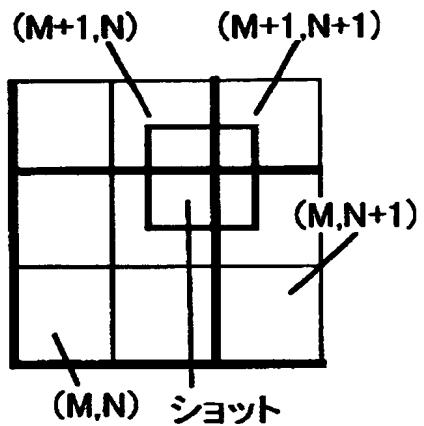
【図 1 2】



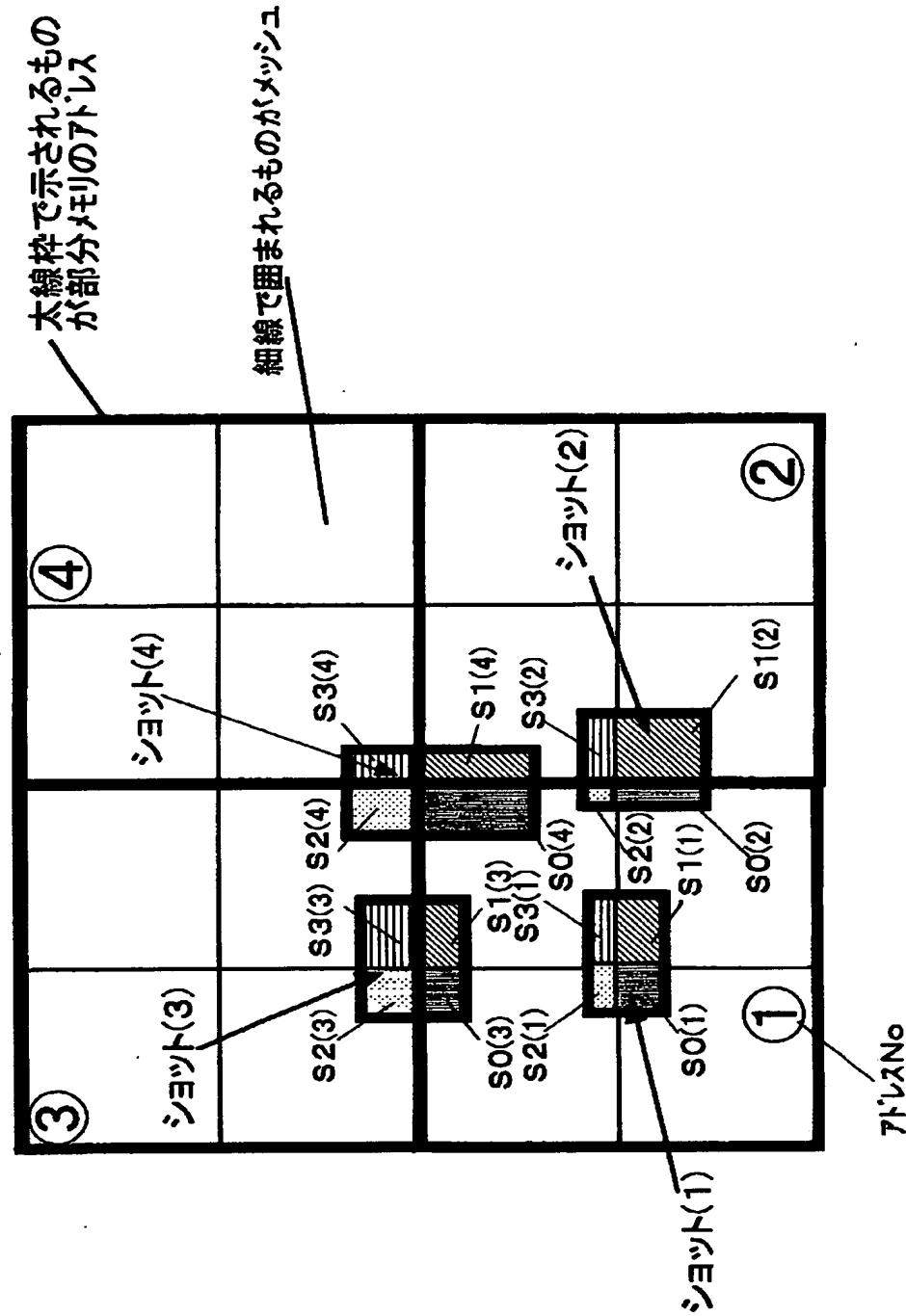
【図 1 3】



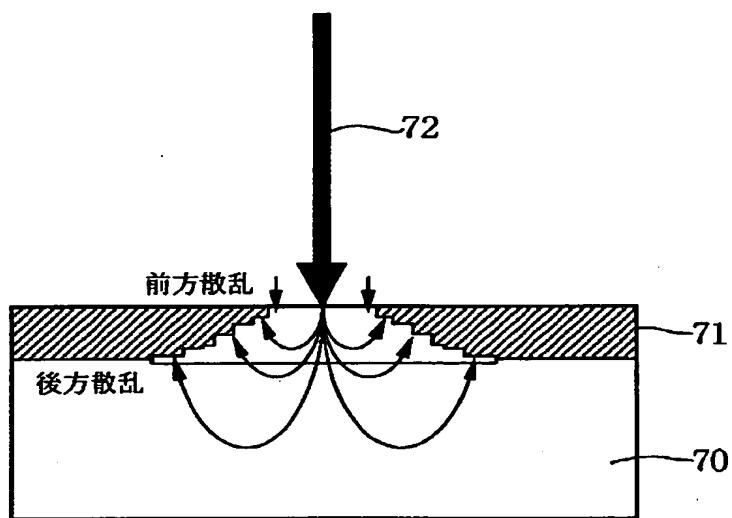
【図14】



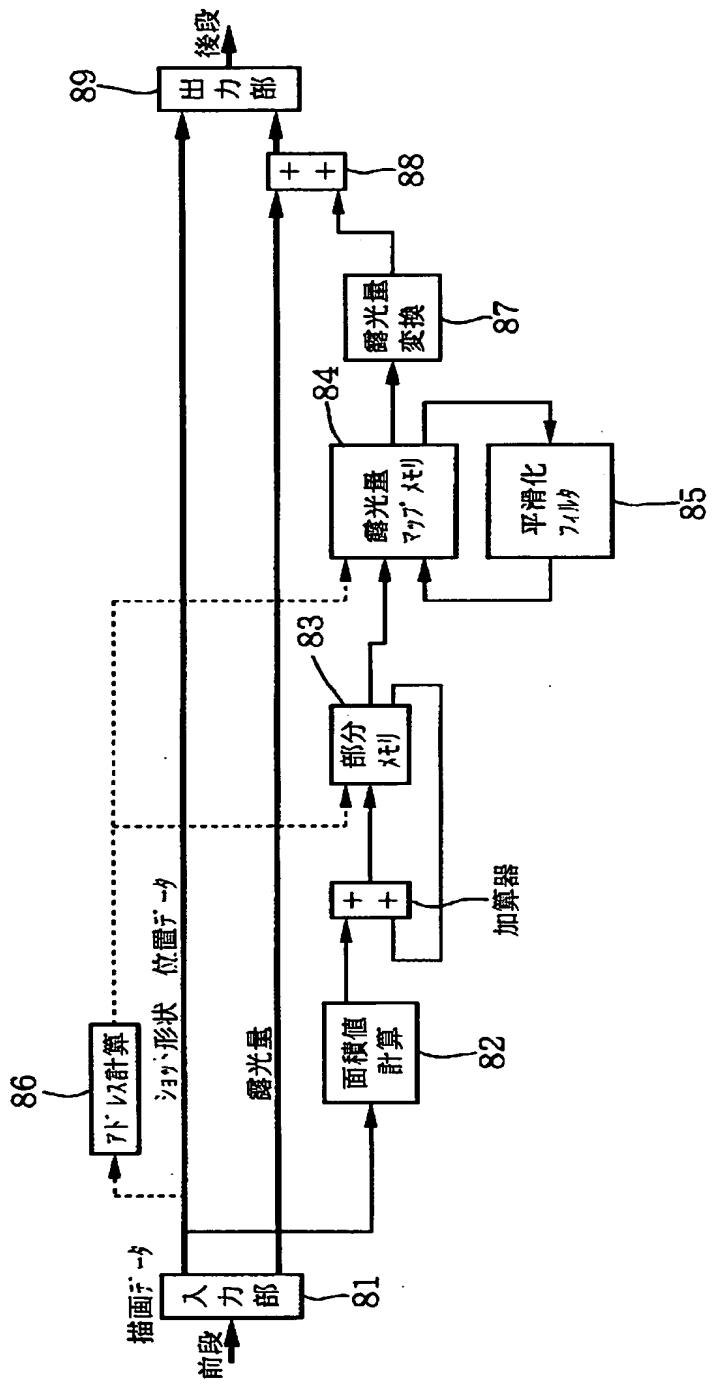
【図15】



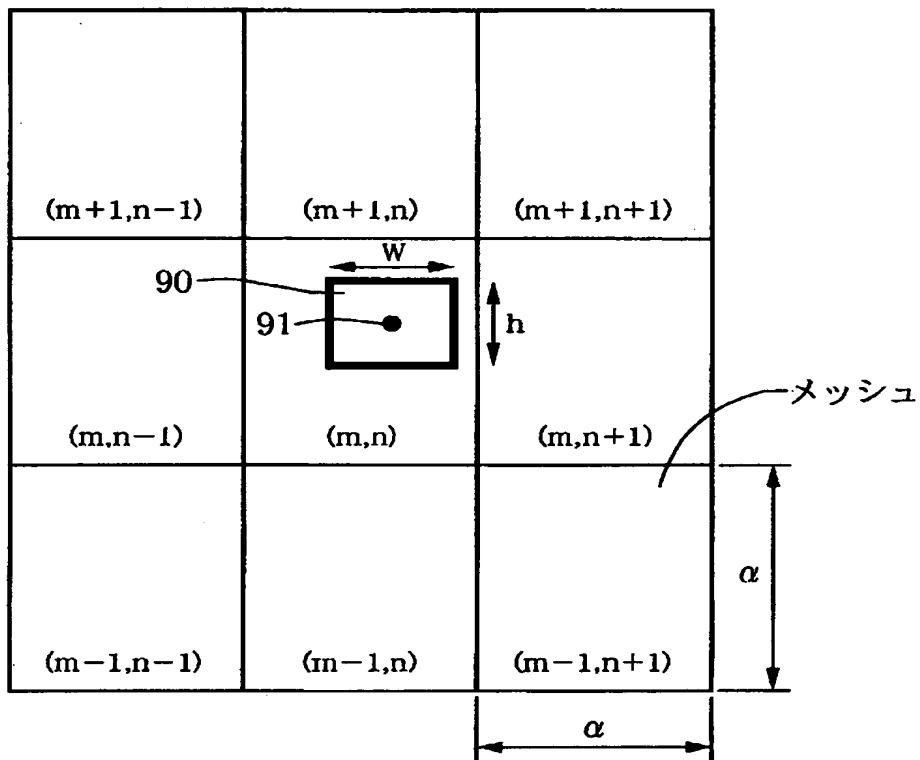
【図16】



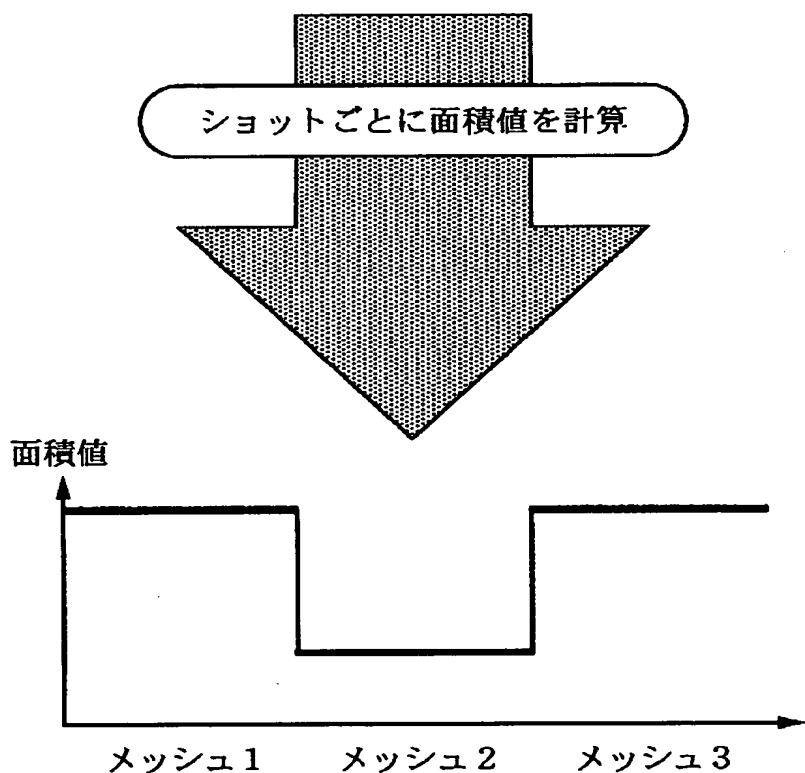
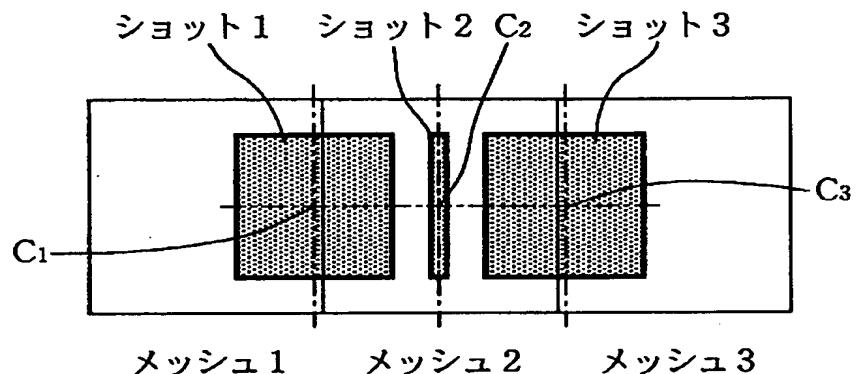
【図17】



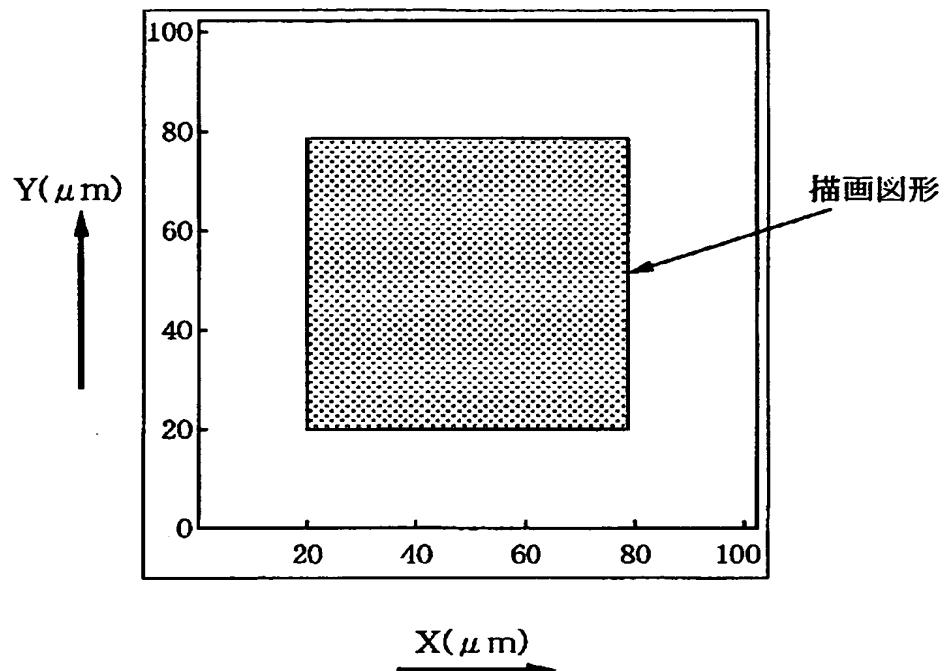
【図18】



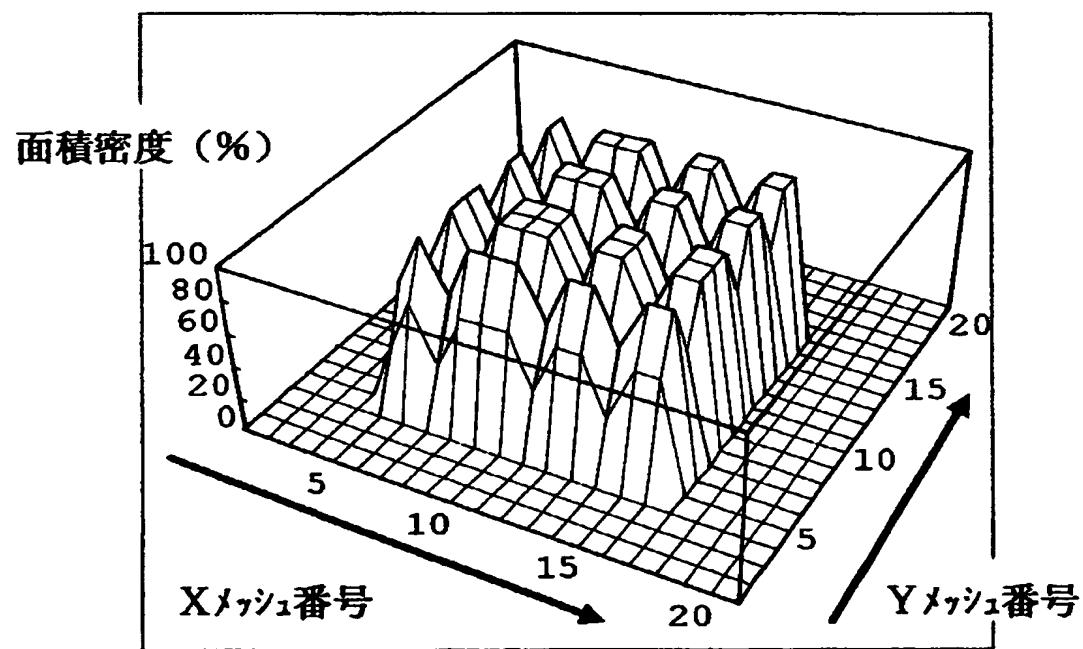
【図19】



【図20】



【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 近接効果補正用の精度の良い露光量マップを短時間で作成する。

【解決手段】 ショット形状をメッシュごとに分割して加算することで、精度の良好な露光量マップを作成する。具体的には、（1）露光量マップのメッシュ位置とショットの位置、形状から描画ショットの境界を判定し分割する機能と、（2）分割されたショットの面積値を計算し後段に設けられた複数のメモリに、隣接するアドレスでそれぞれ同時に面積値を累積加算処理する機能の2つの機能により解決を図る。

【選択図】 図8

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【住所又は居所】 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号 虎ノ門5森ビル3階平木國際特許事務所

【氏名又は名称】 平木 祐輔

出願人履歴情報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所